

**DE 199 52 037 A 1**

**Internal Combustion Engine with Deceleration Fuel Cutoff and Camshaft-Controlled Charging Level**

In a reciprocating engine having poppet valves, valve timing, and fuel injection, the fuel supply is cut off during deceleration of the engine and the valve timing is controlled such that the charge is retained in the cylinders of the engine when the fuel supply is cut off. Catalytic exhaust gas after-treatment equipment as such is neither cooled nor saturated with oxygen, while fuel economy is improved.

**BEST AVAILABLE COPY**

EA



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 52 037 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 D 13/06**

⑳ Aktenzeichen: 199 52 037.2  
㉒ Anmeldetag: 28. 10. 1999  
㉔ Offenlegungstag: 11. 5. 2000

DE 199 52 037 A 1

③① Unionspriorität:  
186033 04. 11. 1998 US  
⑦① Anmelder:  
Ford Global Technologies, Inc., Dearborn, Mich.,  
US  
⑦④ Vertreter:  
Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,  
80538 München

⑦② Erfinder:  
Russ, Stephen George, Canton, Mich., US;  
Stockhausen, William Francis, Northville, Mich., US

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤④ Verbrennungsmotor mit Schubabschaltung und nockenwellengesteuertem Ladegrad  
⑤⑦ Bei einem Hubkolbenverbrennungsmotor mit Teller-  
ventilen, Ventilsteuerung und Kraftstoffeinspritzung wird  
die Kraftstoffzufuhr während des Schiebebetriebs des  
Motors abgeschaltet und die Ventileinstellung so gesteu-  
ert, daß Ladung während der Abschaltung der Kraftstoff-  
zufuhr in den Zylindern des Motors zurückgehalten wird.  
Als solches werden katalytische Nachbehandlungsvor-  
richtungen weder gekühlt noch mit Sauerstoff gesättigt,  
und die Kraftstoffersparnis wird verbessert.

DE 199 52 037 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft Hubkolbenverbrennungsmotoren mit Steuerung der Kraftstoffzufuhr zu den einzelnen Zylindern und mit Nockenwellenantriebssteuerung.

Zur Reduzierung des von Kraftfahrzeugmotoren verbrauchten Kraftstoffs ist es wünschenswert, die Kraftstoffzufuhr abzuschalten, wenn sich der Motor im Schiebebetrieb befindet. Dies wird als Schubabschaltung (SAS) bezeichnet. Ein Problem im Zusammenhang mit diesem Schiebebetrieb entsteht jedoch bei Motoren mit einem Abgasnachbehandlungssystem. Wenn die Kraftstoffzufuhr zu einem Motor während des Schiebebetriebs abgeschaltet wird, der Luftstrom durch den Motor jedoch unvermindert anhält, wird das Nachbehandlungssystem mit Sauerstoff angereichert, und dies führt dazu, daß eine überschüssige Menge an Stickoxiden (NOx) freigesetzt wird, sobald die normale Verbrennung wieder einsetzt. Selbst wenn sich die Drosselklappe in der geschlossenen Stellung oder in der Leerlaufstellung befindet, wird leider immer noch genug Luft hindurchdringen und dadurch zu dem unerwünschten Problem der Sauerstoffanreicherung führen. Und obwohl es bekannt ist, Saugkanaldrosselklappen und begrenzte Änderungen des Nockenwellenantriebs zur Steuerung des Gasstromes durch einen Motor bei bestimmten Betriebsbedingungen zu verwenden, können mit dieser Vorgehensweise die zuvor beschriebenen NOx-Spitzen nicht verhindert werden, weil bei Verwendung von Saugkanaldrosselklappen immer noch etwas Luft durch die Zylinder des Motors gelangen kann und dadurch die Abgasnachbehandlungsvorrichtung mit Sauerstoff angereichert und der oben beschriebene NOx-Anstieg herbeigeführt wird, wenn der Motor nach einem Schiebebetrieb wieder in Gang gesetzt wird.

Ein System gemäß der vorliegenden Erfindung erlaubt eine Abschaltung der Kraftstoffzufuhr während des Schiebebetriebs, ohne daß dies zu einem NOx-Anstieg führt, wenn der Motor wieder in Gang gesetzt wird, weil die Nockenwellen- bzw. Ventileinstellung des Motors soweit geändert wird, daß unabhängig von der Stellung der Drosselklappen des Motors kein Nettomassenstrom, sei es nun Luft, Abgas oder sonstiges, durch den Motor strömen wird. Die Ladung wird in der Tat im Motor gehalten und die Ladungsströmung wird gestoppt.

Ein Mehrzylinderverbrennungsmotor gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt eine Kurbelwelle, eine Vielzahl von Zylindern, von denen jeder einen Kolben besitzt, der hin- und herbewegbar gelagert ist und zur Hin- und Herbewegung mit der Kurbelwelle verbunden ist, und eine Vielzahl von Einlaß- und Auslaßventilen, die Ansaugluft in die Zylinder einströmen und Verbrennungsprodukte aus den Zylindern austreten lassen. Die Einlaß- und Auslaßventile werden entweder durch eine Nockenwelle betätigt, die mit einer Phasensteuerung verbunden ist, die die Einstellung der Nockenwelle steuert, oder durch eine andere Art von Ventilbetätigungssystem, das die Tellerventile nach einem von einem Steuergerät festgelegten Zeitschema öffnen und schließen kann. Das Steuergerät betätigt die Einlaß- und Auslaßtellerventile entweder mit Hilfe der Phasensteuerung oder durch eine andere Ventilbetätigungsvorrichtung. Das Steuergerät betätigt außerdem Kraftstoffeinspritzdüsen, die die Zylinder mit Kraftstoff versorgen.

Wenn ein mit einem System gemäß der vorliegenden Erfindung ausgerüsteter Motor die Geschwindigkeit verlangsamt, reduziert das Steuergerät die Kraftstoffzufuhr zu den Zylindern und reguliert die Einstellung der Nockenwelle oder eines anderen Ventilbetätigungssystems, so daß es keine Nettoladungsströmung durch die Zylinder gibt und

kein Kraftstoff in die Zylinder einströmt. Falls eine doppelt gleiche Nockenwelleneinstellung verwendet wird, beispielsweise bei einem Motor, der entweder eine einzige Nockenwelle zur Betätigung der Einlaß- und Auslaßventile einer Zylinderbank oder getrennte Nockenwellen besitzt, die nach einer identischen Einstellung betätigt werden, wird der Nockenwellenantrieb so verzögert, daß die Auslaßventile nach dem unteren Totpunkt des Arbeitstaktes des Zylinders öffnen, in dem sich ein bestimmtes Auslaßventil befindet. Anders ausgedrückt, das Öffnen und Schließen der Einlaßventile erfolgt ungefähr symmetrisch am unteren Totpunkt des Ansaugtaktes, und das Öffnen und Schließen der Auslaßventile erfolgt ungefähr symmetrisch am oberen Totpunkt des Auspufftaktes.

Falls nur die Änderung des Einlaßzeitpunkts bei einem System gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird, wird das Einlaßtellerventil soweit nach früh verstellt, daß das Öffnen und Schließen der Einlaßventile ungefähr symmetrisch am oberen Totpunkt am Ende des Auspufftaktes erfolgt. Falls nur die Änderung des Auslaßzeitpunkts gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird, werden die Auslaßtellerventile soweit nach spät verstellt, daß das Öffnen und Schließen der Einlaß- und Auslaßventile ungefähr gleichzeitig und symmetrisch etwa in der Mitte des Ansaugtaktes erfolgt.

Für die Zwecke der vorliegenden Beschreibung wird hier von einem herkömmlichen Viertakt-Hubkolbenverbrennungsmotor ausgegangen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung umfaßt ein Verfahren zum Betrieb eines mit Tellerventilen ausgerüsteten Mehrzylinderverbrennungsmotors mit einer katalytischen Nachbehandlungsvorrichtung, die eine Kühllast und Sauerstoffanreicherung des Katalysators während einer Schubabschaltung verhindern soll, die folgenden Schritte: 1) Erfassen des Schiebebetriebs des Motors; 2) Abschalten der Kraftstoffzufuhr zu den Zylindern des Motors; und 3) gleichzeitig mit dem Abschalten der Kraftstoffzufuhr Regulieren des Zeitpunkts des Öffnens und Schließens der Tellerventile, so daß es zu keiner Netto gasströmung zu und von den Zylindern kommt.

Es ist ein Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß ein mit dem vorliegenden System ausgerüsteter Motor Kraftstoff sparen wird.

Es ist ein weiterer Vorteil eines Motors gemäß der vorliegenden Erfindung, daß bei bestimmten Anwendungen dieses Systems eine erhöhte Motorbremsung möglich sein wird.

Es ist noch ein weiterer Vorteil eines Motors gemäß der vorliegenden Erfindung, daß die Abgasemissionen des Motors vermindert sein werden.

Weitere Vorteile sowie Aufgaben und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden bei der Lektüre dieser Beschreibung offensichtlich.

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Motors gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 ist ein Blockschaltbild, welches den Aufbau eines Motor- und Steuersystems gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 3a und 3b veranschaulichen Steuerkurven gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 veranschaulicht eine herkömmliche Tellerventilsteuerung. Fig. 5 veranschaulicht die Verstellung eines Einlaßventils nach früh gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 6 veranschaulicht die Verstellung eines Auslaßventils nach spät gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 7 veranschaulicht eine doppelt gleiche Verstellung des Auslaß- und Einlaßventils nach spät gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 8 ist ein Ablaufdiagramm zur Veranschaulichung der Schritte bei der Durchführung einer Schubabschaltung bei einem Motor gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 9 ist ein Ablaufdiagramm zur Veranschaulichung der Schritte bei der Rücknahme eines Motors aus der Schubabschaltung und bei der Wiederaufnahme des normalen Betriebs.

Wie in Fig. 1 gezeigt, umfaßt ein Motor 10 mit der Kurbelwelle 12 und der daran gekoppelten Pleuelstange 14 des weiteren einen Kolben 16, der in dem Zylinder 18 hin- und herbewegbar gelagert ist. Das Einlaßventil 20, das über die Einlaß-Nockenwelle 22 betätigt wird, läßt eine Luftladung in den Motor 10 einströmen. Das Auslaßventil 24, das über die Auslaß-Nockenwelle 26 betätigt wird, läßt eine Luftladung bzw. Verbrennungsgase aus dem Zylinder 18 austreten. Die Zündkerze 28 zündet das Gemisch in dem Motor 10, und die Kraftstoffeinspritzdüse 30 liefert Kraftstoff. Es sei darauf hingewiesen, daß der Motor 10 als Fremdzündungsmotor mit Direkteinspritzung dargestellt ist, wobei selbstverständlich ein System gemäß der vorliegenden Erfindung mit Einlaßkanaleinspritzung anstelle der Direkteinspritzung verwendet werden könnte.

Fig. 2 veranschaulicht ein Steuergerät 40, das Eingangssignale von einer Vielzahl von Sensoren 42 erhält, beispielsweise den Einlaßkrümmerdruck, die Ladungstemperatur, den Massenluftstrom, die Drosselklappenstellung, die Motordrehzahl, die Motorlast, den Zündzeitpunkt, und von anderen dem Fachmann bekannten und in dieser Beschreibung angedeuteten Sensoren. Das Steuergerät 40 betätigt die Nockenwellenphasensteuerung 44, die aus der Klasse von Vorrichtungen zur Phasensteuerung der Nockenwelle herangezogen werden kann, die lediglich als Beispiel in dem US-Patent Nr. 5,107,804 genannt werden, das durch Verweis hierauf in die vorliegende Beschreibung mit einbezogen wird.

Der Fachmann wird angesichts dieser Offenbarung erkennen, daß auch noch andere Arten von Ventilbetätigungssystemen bei einem Motor gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden könnten. Beispielsweise könnten elektromechanische oder elektromagnetische Ventile anstelle der in der vorliegenden Beschreibung erläuterten nockenwellenbetätigten Ventile verwendet werden.

In Fig. 3A und 3B wird eine wichtige unabhängige Steuergröße des Systems gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. Der Einlaßkrümmerdruck (MAP) wird als Steuergröße zur Regulierung der Phasensteuerung der Nockenwelle bzw., mit anderen Worten, der Ventilsteuerzeiten verwendet. Fig. 3A bezieht sich auf einen Motorbetrieb mit 1500 UpM. Wenn ein System zur doppelt gleichen Spätverstellung der Nockenwelle gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird, wird die Nockenwellenphasensteuerung immer mehr nach spät verstellt, wenn der Einlaßkrümmerdruck auf 100 kPa ansteigt. Es sei darauf hingewiesen, daß im Falle der Verstellung des Einlaßventils nach früh oder der Verstellung des Auslaßventils nach spät der relative Betrag der Änderung in der Nockenwelleneinstellung größer ist als bei der Strategie der doppelt gleichen Verstellung auf Einlaßkrümmerdrücke, die sich dem Atmosphärendruck nähern. Wenn also beispielsweise für die Strategie der doppelt gleichen Verstellung gemäß Fig. 3A eine Spätverstellung der Nockenwelle von ungefähr 80° notwendig ist, wird eine Frühverstellung des Einlaßventils von fast 150° und eine Spätverstellung des Auslaßventils von fast 230° benötigt, um dasselbe Ergebnis wie bei der Strategie der doppelt gleichen Verstellung zu erzielen. Dieser Unterschied ist in Fig. 3B ebenfalls dargestellt, die einen Motorbetrieb mit 2500 UpM abdeckt. Wie zuvor erfordern die Spätverstellung des Auslaßventils und die Frühverstellung nur des Ein-

laßventils wesentlich mehr Phasenverschiebung, um zu erreichen, daß in dem Zylinder keine Nettoströmung entsteht.

Der Fachmann wird erkennen, daß obwohl Fig. 3A und 3B auf beiden Achsen mit Maßangaben versehen sind, lediglich eine ganze Gruppe von Kurven dargestellt sind, die bei einem Motor gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden können.

Fig. 4 veranschaulicht eine herkömmliche Ventilsteuerung und dient als Prototyp für die Fig. 5, 6 und 7. Der Bereich mit der Bezeichnung "Ventilhub" zeigt die als Funktion der Kurbelwellenstellung dargestellten Kurven für den Hub des Auslaßventils (AV) und des Einlaßventils (EV). In der Mitte des Diagramms von Fig. 4 wird mit den Buchstaben OT (oberer Totpunkt) und UT (unterer Totpunkt) die Stellung der Kurbelwelle und des Kolbens beschrieben. Der Bereich mit der Bezeichnung "Kolbenbewegung" zeigt, ob sich der Kolben in Richtung Zylinderkopf bewegt, wobei in diesem Fall der Pfeil nach oben zeigt, oder sich in Richtung Kurbelwelle bewegt, wobei in diesem Fall der Pfeil nach unten zeigt. Der Abschnitt des Diagramms mit der Bezeichnung "Ladungsströmung" veranschaulicht die Richtung der Nettoströmung, entweder von dem Zylinder 18 durch das Auslaßventil 24 oder von dem Einlaß des Motors 10 durch das Einlaßventil 20 und in den Zylinder 18.

Fig. 5 veranschaulicht einen ersten Fall gemäß der vorliegenden Erfindung, wo die Einlaß-Nockenwelle 22 nach früh verstellt wird, so daß das Öffnen und Schließen des Einlaßventils 20 ungefähr symmetrisch am oberen Totpunkt am Ende des Auspufftaktes erfolgt. Bei dieser Frühverstellung ist die Ventilüberschneidung während des Auspufftaktes dramatisch erhöht. Ladung wird also während des letzten Teils des Arbeitstaktes von dem Auslaßkrümmer 40 in den Zylinder 18 gesaugt; während des ersten Teils des Auspufftaktes kehrt die Ladung wieder in den Auslaßkrümmer 40 zurück. Ladung strömt außerdem während des letzten Teils des Auspufftaktes in den Einlaßkrümmer 42 und wird während des ersten Teils des Ansaugtaktes wieder in den Zylinder 18 gesaugt. Infolgedessen gibt es keine Nettoladungsströmung durch die Zylinder. Es sei unbedingt darauf hingewiesen, daß dies wie oben erwähnt ohne Verwendung einer Saugkanaldrosselklappe erfolgt.

Fig. 6 veranschaulicht eine Situation, wo es zu keiner Nettoladungsströmung durch die Zylinder aufgrund einer Spätverstellung des Auslaßventils 24 kommt, so daß das Öffnen des Einlaßventils 20 und des Auslaßventils 24 ungefähr gleichzeitig und symmetrisch in der Mitte des Auspufftaktes erfolgen. Die Einstellung des Auslaßventils ist also nahezu direkt dieselbe wie die Einstellung des Einlaßventils. Folglich sind am Beginn des Auspufftaktes beide Ventile geschlossen und die Ladung im Zylinder wird komprimiert und anschließend sowohl in den Einlaßkrümmer als auch in den Auslaßkrümmer abgegeben, wenn die Ventile 20 und 24 öffnen. Die Ladung wird dann während des Ansaugtaktes wieder in den Zylinder 18 gesaugt und während des Beginns des Verdichtungstaktes aus dem Zylinder 18 gedrückt. Dies führt zu keiner Nettoladungsströmung durch den Zylinder 18.

Fig. 7 veranschaulicht einen Fall einer doppelt gleichen Ventilverstellung nach spät. Diese kann bei einer einzigen Nockenwelle oder bei einer Vielzahl von Nockenwellen oder auch noch bei anderen Arten von Ventilbetätigungsvorrichtungen verwendet werden. Das Wichtige dabei ist, daß Einlaß- und Auslaßventile derselben Spätverstellung unterliegen. Wenn ein Fahrer das Gaspedal (nicht dargestellt) losläßt, geht der Motor 10 in die Schubabschaltung über. Die Einlaß- und Auslaßventileinstellung schwenkt jeweils von einer Standardposition (gemäß Fig. 4) in einen zum Schiebetrieb nach spät verstellten Kurbelwellenwinkel von

etwa 80 Grad. Dies führt dazu, daß die Dauer des Öffnens des Auslaßventils am oberen Totpunkt (OT) des Auspufftaktes ungefähr symmetrisch ist. Außerdem ist die Dauer des Öffnens des Einlaßventils am unteren Totpunkt (UT) des Ansaugtaktes ungefähr symmetrisch. Dies führt dazu, daß das Auslaßventil öffnet, wenn der Kolben während des Auspufftaktes nach oben geht und Luft aus dem Zylinder 18 in den Auslaßkanal und -krümmer 40 gedrückt wird. Das Auslaßventil 24 bleibt während des Beginns des Ansaugtaktes geöffnet, und dieselbe Menge Luft wird infolge der Abwärtsbewegung des Kolbens 16 von dem Auslaßkanal und -krümmer 40 wieder in den Zylinder 18 gesaugt. Das Einlaßventil 20 öffnet bei dem Ansaugtakt später, da das Auslaßventil 24 schließt und Luft von dem Einlaßkanal und Einlaßkrümmer 42 in den Zylinder 18 saugt. Nach dem unteren Totpunkt bleibt das Einlaßventil 20 geöffnet, und der Kolben 16 drückt dieselbe Menge Luft aus dem Zylinder 18 wieder in den Einlaßkanal, bevor das Einlaßventil 20 während des Verdichtungstaktes schließt. Wie zuvor kommt es zu keiner Nettoladungsströmung durch den Motor. Da es zu keiner Nettoladungsströmung durch einen Motor gemäß der vorliegenden Erfindung kommt, wird eine Kühllast und Sauerstoffanreicherung des Katalysators des Nachbehandlungssystems vermieden, während gleichzeitig, da kein Kraftstoff in die Zylinder gelangt, die Kraftstoffersparnis wie auch die Fähigkeit zur Motorbremsung verbessert wird, vor allem wenn mit einer Spätverstellung des Auslaßventils gearbeitet wird.

Fig. 8 veranschaulicht ein Verfahren zum Betrieb eines Motors, um die Schubabschaltung bei gleichzeitigem Zurückhalten der Ladung gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung zu erreichen. Vom Block 50 aus geht das Steuergerät 40 weiter zu Block 52, wo der Einlaßkrümmerdruck (MAP) mit einem Schwellenwert  $P_T$  verglichen wird. Wenn MAP größer ist als  $P_T$ , wird gemäß Feld 62 die Schubabschaltung nicht aktiviert.

Wenn die Antwort in Block 52 Ja lautet, geht das Steuergerät 40 weiter zu Block 54, wo eine weitere Bedingung, nämlich die Wirksamkeit des Katalysators, Gegenstand einer Abfrage ist. Dem Fachmann wird angesichts dieser Offenbart klar sein, daß unzählige Systeme und Verfahren zur Erfassung der Wirksamkeit eines Katalysators zur Verfügung stehen. Diese gehen jedoch über den Rahmen der vorliegenden Erfindung hinaus. Wenn die Antwort in Block 54 Ja lautet, geht das Steuergerät 40 auf jeden Fall weiter zu Block 56, wo die Drosselklappenstellung geprüft wird. Wenn sich die Drosselklappe in der Leerlaufstellung befindet, kann als nächstes wahlweise der Block 58 folgen, wobei die Abfrage hier den Zustand des Bremspedals betrifft.

Wenn Block 58 nicht verwendet wird, geht das Steuergerät 40 weiter zu Block 60, wo die Motordrehzahl mit einem Schwellenwert  $S_{T1}$  verglichen wird. Wenn die Motordrehzahl den Schwellenwert übersteigt, wird die Ventileinstellung in Richtung einer Schubabschaltung verändert bzw. abgeglichen, und die Kraftstoffeinspritzdüsen 30 werden abgeschaltet. Falls die Fragen in den Blöcken 54, 56, 58 oder 60 mit Nein beantwortet werden, wird die Schubabschaltung nicht aktiviert.

Fig. 9 veranschaulicht den Übergang von der Schubabschaltung zu einer herkömmlichen Ventileinstellung. Von Block 70 aus geht das Steuergerät 40 weiter zu den Blöcken 72 und 74. In Block 72 wird die Motordrehzahl mit einem Schwellenwert  $S_{T2}$  verglichen. Wenn die Antwort in Block 72 Nein lautet, bleibt der Motor in der Schubabschaltung (SAS). Das gleiche gilt in Block 74, wenn sich die Drosselklappe in der Leerlaufstellung befindet und das Bremspedal niedergedrückt ist. Wenn jedoch die Fragen in Block 72 oder Block 74 mit Ja beantwortet werden, veranlaßt das Steuer-

gerät 40 jedoch in Block 76, daß die Phasensteuerung 44 zu einer herkömmlichen Ventileinstellung übergeht. Anschließend werden die Einspritzdüsen 30 in Block 78 eingeschaltet.

Die Erfindung wurde nun anhand ihrer bevorzugten Ausführungsformen dargestellt und beschrieben, doch für den Fachmann auf diesem Gebiet versteht es sich, daß viele Änderungen und Modifikationen daran vorgenommen werden können, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

#### Patentansprüche

1. Mehrzylinderverbrennungsmotor, umfassend: eine Kurbelwelle; eine Vielzahl von Zylindern, von denen jeder einen Kolben besitzt, der hin- und herbewegbar darin gelagert ist und zur Hin- und Herbewegung mit der Kurbelwelle verbunden ist; eine Vielzahl von Einlaßstellerventilen, die Ansaugluft in die Zylinder einströmen lassen; eine Vielzahl von Auslaßstellerventilen, die Verbrennungsprodukte aus den Zylindern austreten lassen; wenigstens eine Nockenwelle zur Betätigung der Einlaßventile und der Auslaßventile; eine Phasensteuervorrichtung zur Steuerung der Einstellung der wenigstens einen Nockenwelle; eine Vielzahl von Kraftstoffeinspritzdüsen für die Zufuhr von Kraftstoff zu den Zylindern; und ein Steuergerät zur Betätigung der Phasensteuervorrichtung und der Kraftstoffeinspritzdüsen, so daß bei einem Schiebetrieb des Motors das Steuergerät den Kraftstoffstrom zu den Zylindern verringert und die Einstellung der Nockenwelle so reguliert, daß es keine Nettoladungsströmung durch die Zylinder gibt.
2. Motor nach Anspruch 1, bei dem das Steuergerät den Kraftstoffstrom zu den Zylindern vollständig abschaltet, wenn sich der Motor im Schiebetrieb befindet.
3. Motor nach Anspruch 1, bei dem das Steuergerät die Nockenwelle nach spät verstellt, wenn sich der Motor im Schiebetrieb befindet, so daß die Auslaßventile nach dem unteren Totpunkt des Arbeitstaktes des Zylinders, in dem sich ein bestimmtes Auslaßventil befindet, öffnen.
4. Motor nach Anspruch 1, bei dem die Kraftstoffeinspritzdüsen so angebracht sind, daß Kraftstoff direkt in die Zylinder eingeleitet wird.
5. Fremdzündungsmotor mit Direkteinspritzung, umfassend: eine Kurbelwelle; wenigstens einen Zylinder mit einem Kolben, der hin- und herbewegbar darin gelagert ist und zur Hin- und Herbewegung mit der Kurbelwelle verbunden ist; wenigstens ein Einlaßstellerventil, das Ansaugluft in den Zylinder einströmen läßt; wenigstens ein Auslaßstellerventil, das Verbrennungsprodukte aus dem Zylinder austreten läßt; wenigstens eine Nockenwelle zur Betätigung des wenigstens einen Einlaßventils und des wenigstens einen Auslaßventils; eine Phasensteuervorrichtung zur Steuerung der Einstellung der wenigstens einen Nockenwelle; eine Kraftstoffeinspritzdüse für die direkte Zufuhr von Kraftstoff zu dem wenigstens einen Zylinder; eine Zündkerze mit Elektroden, die in den Zylinder ragen; und ein Steuergerät zur Betätigung der Phasensteuervorrichtung und der Kraftstoffeinspritzdüse in einer

Weise, daß bei einem Schiebetrieb des Motors das Steuergerät den Kraftstoffstrom zu dem Zylinder verringert und die Nockenwelle nach spät verstellt, so daß es keine Nettoladungsströmung durch den Zylinder gibt.

6. Verfahren zur Betätigung eines mit Tellerventilen ausgerüsteten Mehrzylinderverbrennungsmotors mit einer katalytischen Nachbehandlungsvorrichtung in einer Weise, daß während einer Schubabschaltung Ladung in den Zylindern zurückgehalten wird, daß während einer Schubabschaltung eine Kühllast und eine Sauerstoffanreicherung des Katalysators vermieden werden, umfassend die folgenden Schritte:  
Erfassen eines Schiebetriebes des Motors;  
Regulieren des Zeitpunkts des Öffnens und Schließens der Tellerventile in einer Weise, daß es keine Nettoströmung von Gasen zu und von den Zylindern gibt; und  
Abschalten der Kraftstoffzufuhr zu den Zylindern des Motors, wenn eine geeignete Luftladung in den Zylindern nicht mehr zur Verfügung steht.
7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem der Motor mit einer Direkteinspritzung von Kraftstoff in die Zylinder des Motors arbeitet.
8. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Einstellung der Ventile reguliert wird, indem man sowohl die Einlaß- als auch die Auslaßventile um mindestens 45 Kurbelwellengrade von einer Basiseinstellung aus nach spät verstellt.
9. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem der Schiebetrieb des Motors erfaßt wird durch Messen der Drosselklappenstellung und des Luftdrucks in dem Einlaßkrümmer des Motors.
10. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem der Motor nur dann in die Schubabschaltung versetzt wird, wenn sich eine zu dem Motor gehörige Nachbehandlungsvorrichtung im aktiven Zustand befindet.
11. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem der Motor nur dann in die Schubabschaltung versetzt wird, wenn die Drehzahl des Motors größer ist als ein vorbestimmter Schwellenwert.
12. Verfahren nach Anspruch 7, des weiteren umfassend die Schritte der Rücknahme des Motors in den Standardbetrieb für den Fall, daß entweder die Motordrehzahl unter einen zweiten vorbestimmten Schwellenwert abfällt oder die Drosselklappe jenseits einer Leerlaufstellung geöffnet ist.
13. Mehrzylinderverbrennungsmotor, umfassend:  
eine Kurbelwelle;  
eine Vielzahl von Zylindern, von denen jeder einen Kolben besitzt, der hin- und herbewegbar darin gelagert ist;  
eine Vielzahl von Einlaßtellerventilen, die Ansaugluft in die Zylinder einströmen lassen;  
eine Vielzahl von Auslaßtellerventilen, die Verbrennungsprodukte aus den Zylindern austreten lassen;  
ein Ventilbetätigungssystem zum Öffnen und Schließen der Einlaß- und Auslaßtellerventile;  
eine Vielzahl von Kraftstoffeinspritzdüsen für die Zufuhr von Kraftstoff zu den Zylindern; und  
ein Steuergerät zur Betätigung des Ventilbetätigungssystems und der Kraftstoffeinspritzdüsen in einer Weise, daß bei einem Schiebetrieb des Motors das Steuergerät den Kraftstoffstrom zu den Zylindern verringert und die Funktionsweise der Tellerventile so reguliert, daß es keine Nettoladungsströmung durch die Zylinder gibt.
14. Motor nach Anspruch 13, bei dem das Steuergerät den Kraftstoffstrom zu den Zylindern abschaltet, wenn

sich der Motor im Schiebetrieb befindet, während die Einlaßtellerventile nach früh verstellt werden, so daß das Öffnen und Schließen der Einlaßventile ungefähr symmetrisch am oberen Totpunkt am Ende des Auspufftaktes erfolgt.

15. Motor nach Anspruch 13, bei dem das Steuergerät den Kraftstoffstrom zu den Zylindern abschaltet, wenn sich der Motor im Schiebetrieb befindet, während die Auslaßtellerventile nach spät verstellt werden, so daß das Öffnen und Schließen der Einlaß- und Auslaßventile ungefähr gleichzeitig und symmetrisch in der Mitte des Ansaugtaktes erfolgt.

16. Motor nach Anspruch 13, bei dem das Steuergerät den Kraftstoffstrom zu den Zylindern abschaltet, wenn sich der Motor im Schiebetrieb befindet, während die Einlaß- und Auslaßtellerventile nach spät verstellt werden, so daß das Öffnen und Schließen der Einlaßventile ungefähr symmetrisch am unteren Totpunkt des Ansaugtaktes erfolgt, und das Öffnen und Schließen der Auslaßventile ungefähr symmetrisch am oberen Totpunkt des Auspufftaktes erfolgt.

17. Motor nach Anspruch 13, bei dem die Kraftstoffeinspritzdüsen den Zylindern Kraftstoff direkt zuführen.

18. Motor nach Anspruch 13, bei dem die Kraftstoffeinspritzdüsen Kraftstoff zu Ansaugkanälen führen, die zu den Zylindern führen.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

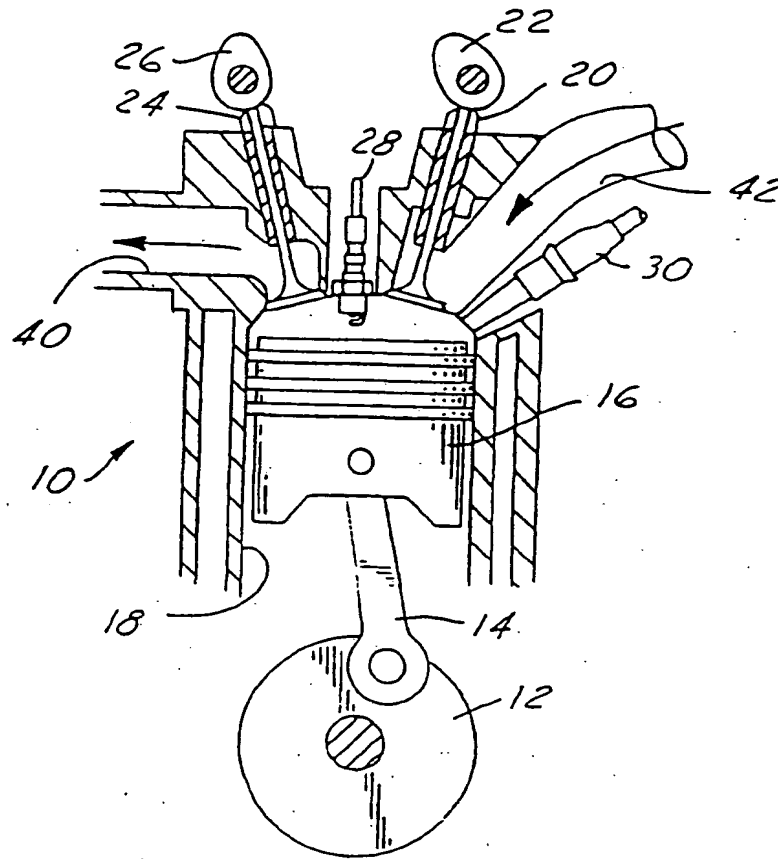


FIG. 1

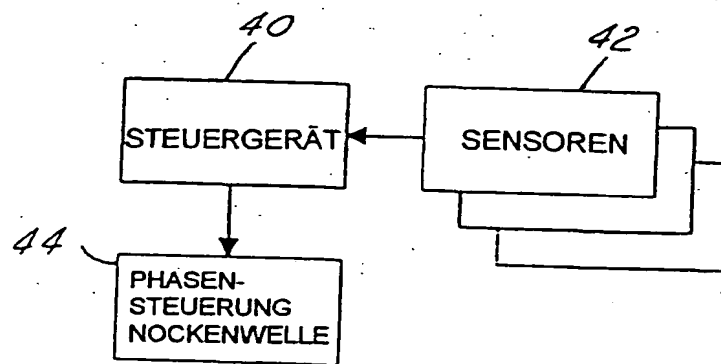


FIG. 2

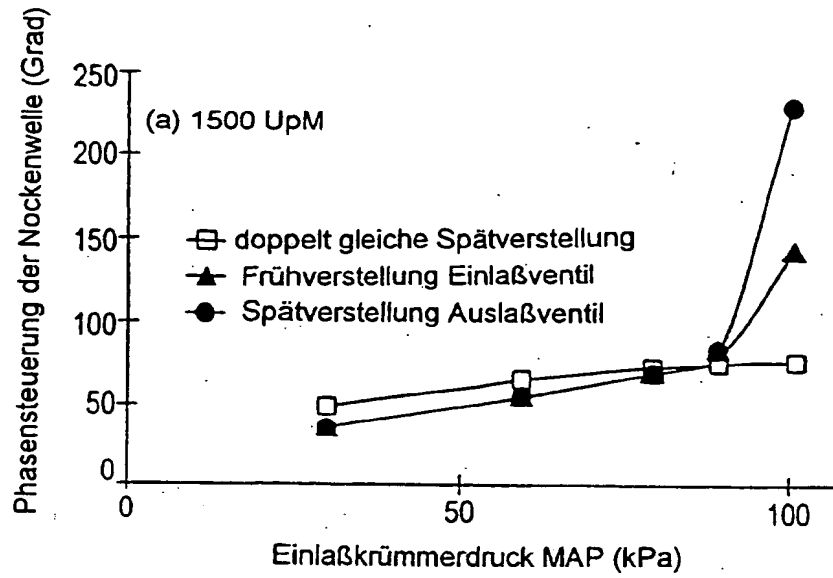


FIG. 3A

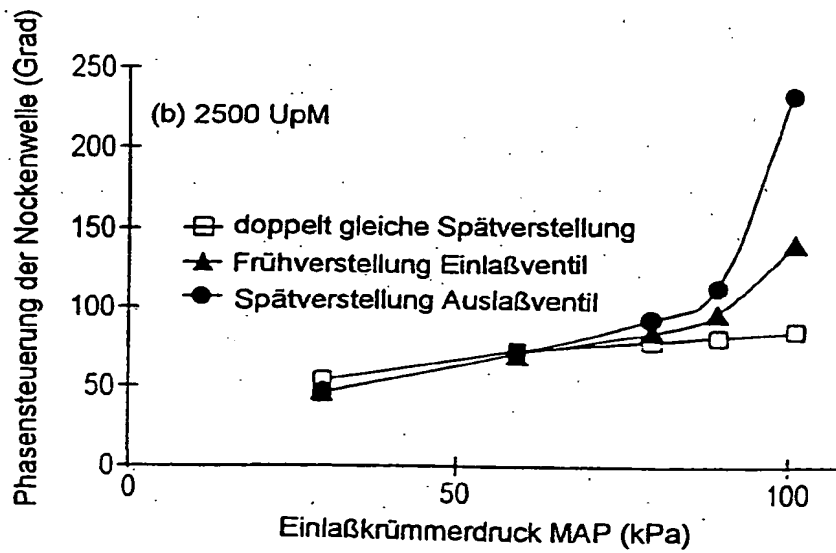


FIG. 3B



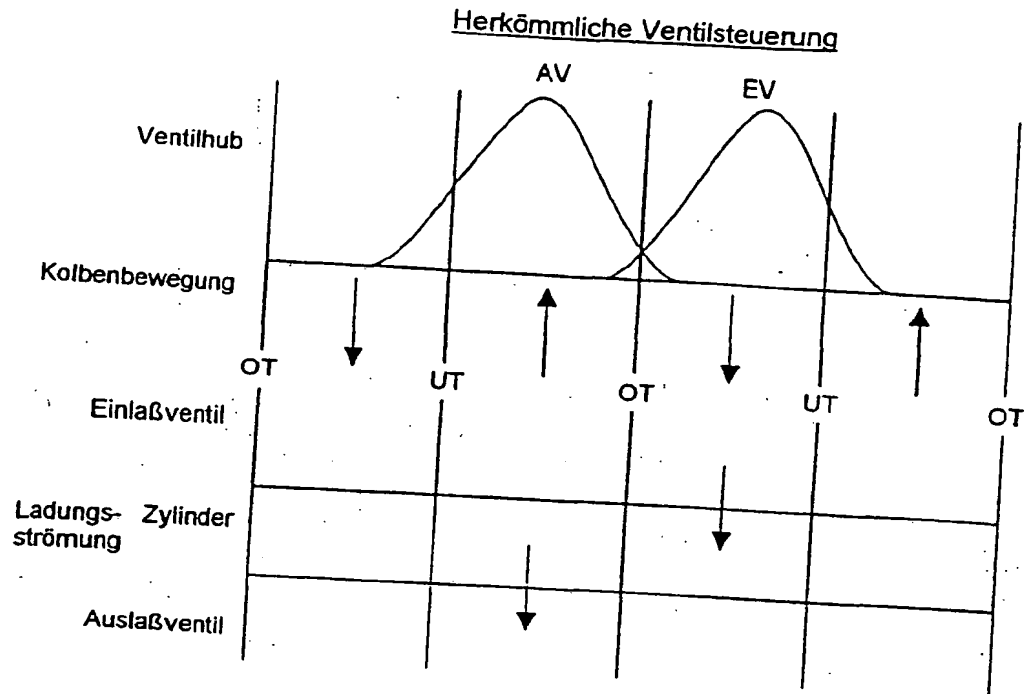


FIG. 4

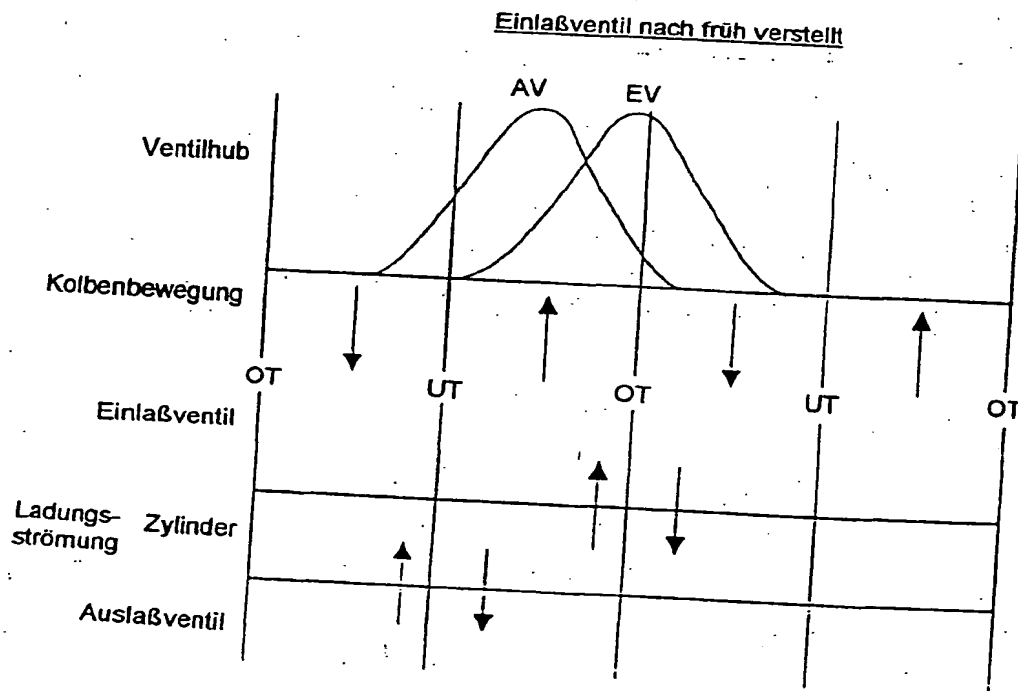


FIG. 5

Auslaßventil nach spät verstellt

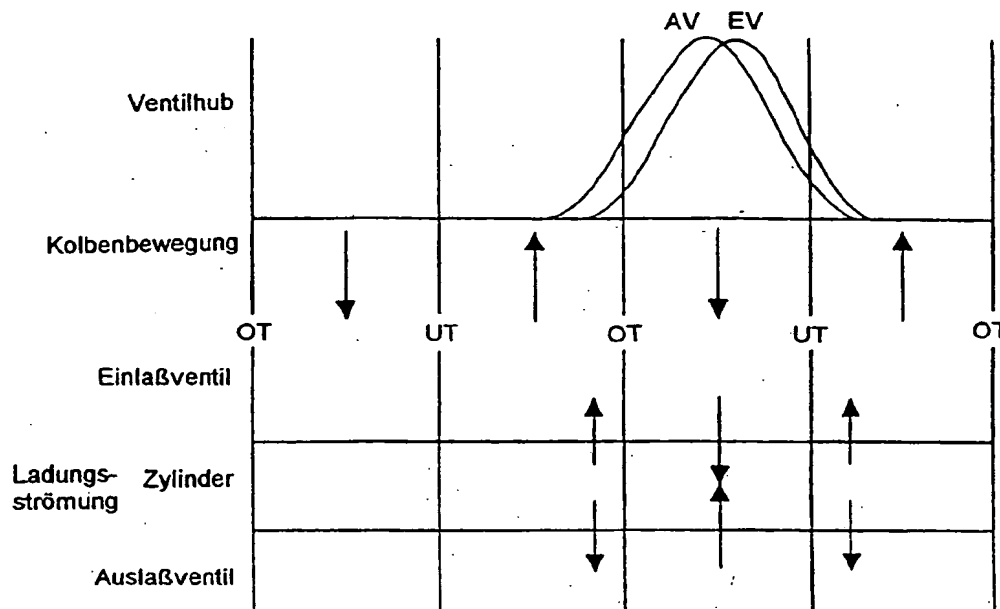


FIG. 6

Doppelt gleiche Spätverstellung

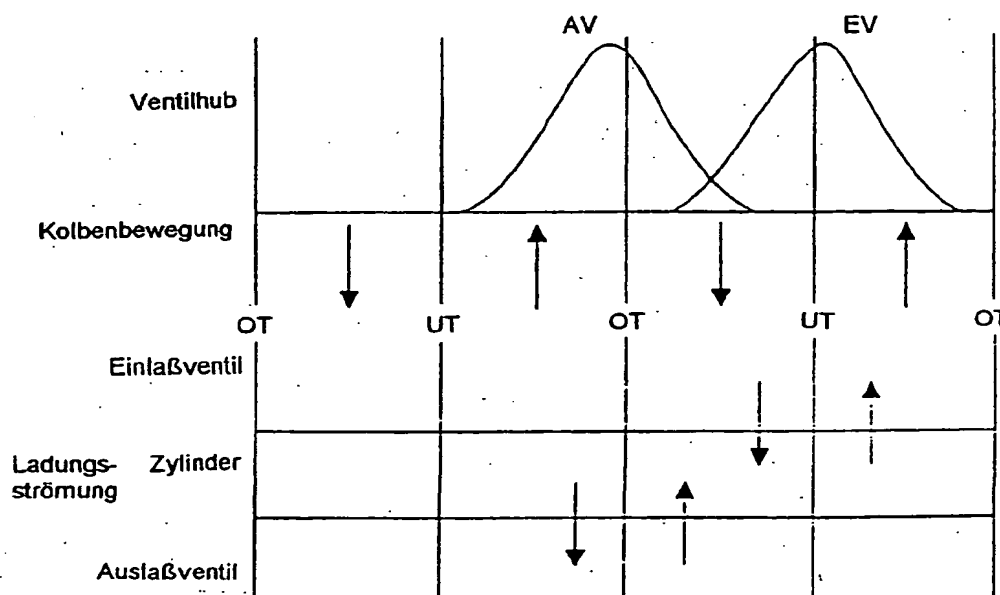


FIG. 7

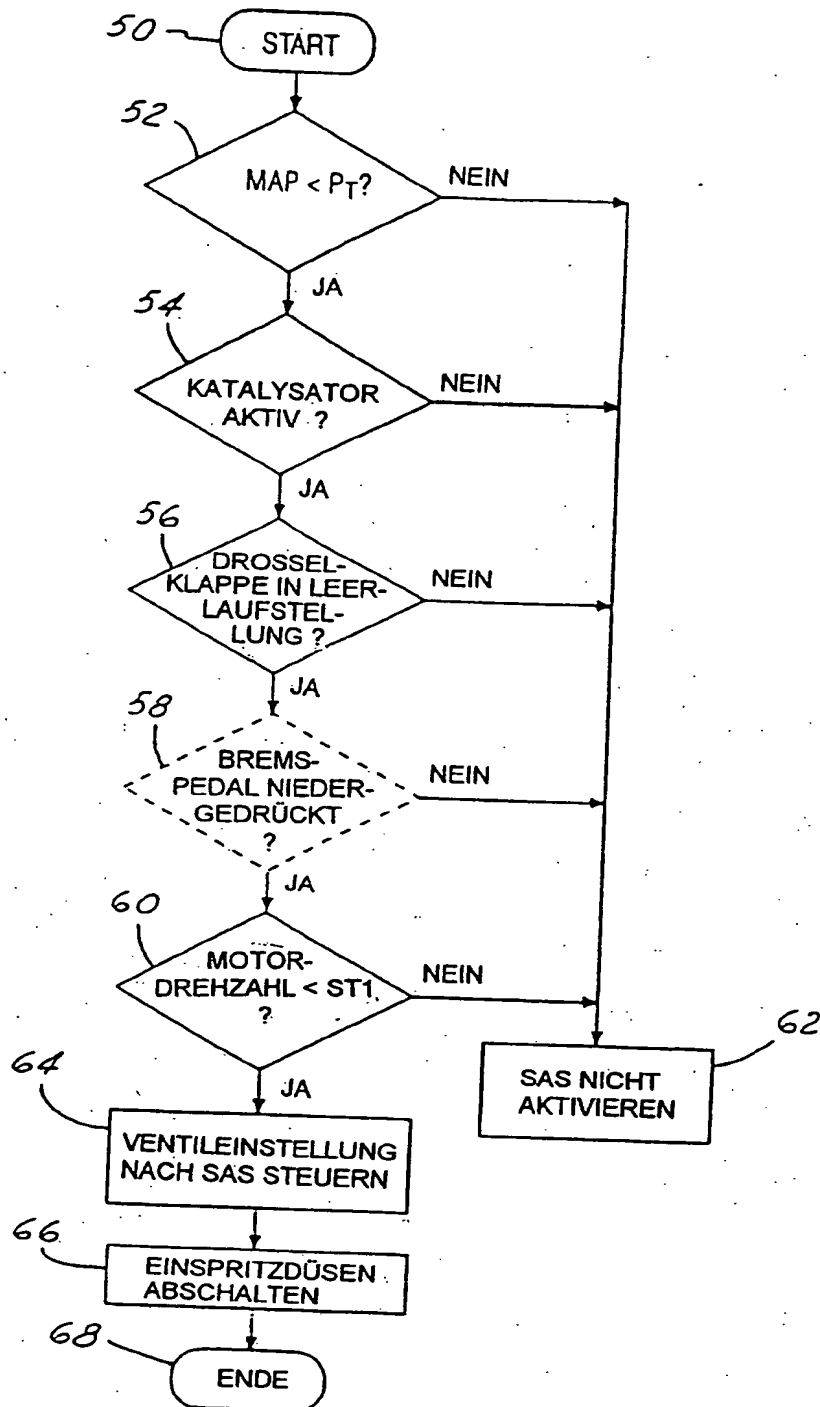
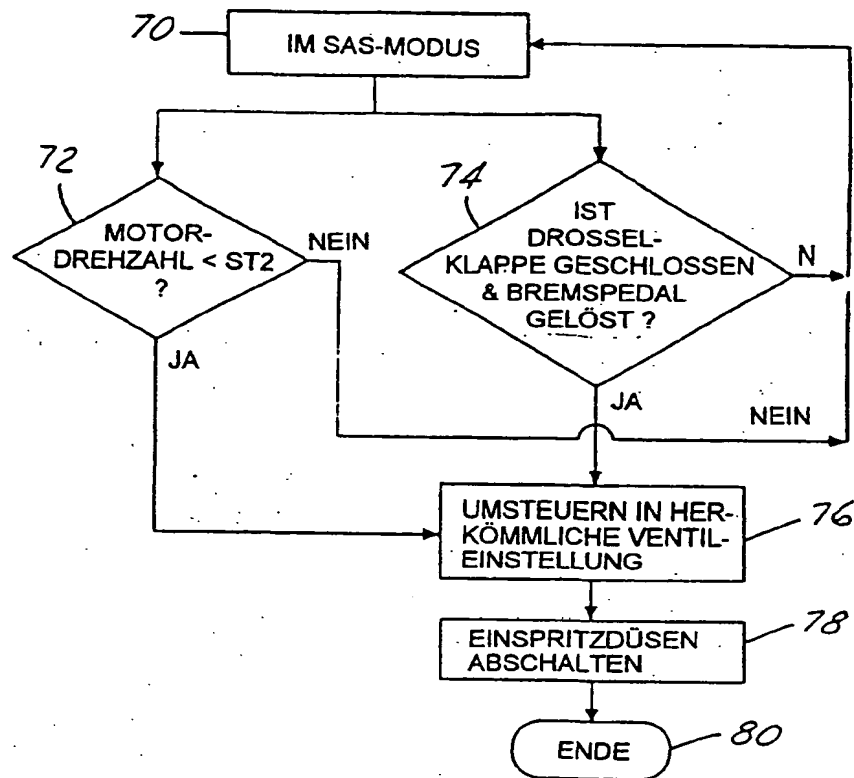


FIG. 8

FIG.9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**